

**ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА/PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, FEED PREPARATION TECHNOLOGIES AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS**

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.4>

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФИТОБИОТИКОВ НА ОРГАНИЗМ КАРПА**

Научная статья

**Аринжанов А.Е.<sup>1,\*</sup>, Мирошникова Е.П.<sup>2</sup>, Килякова Ю.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-6534-7118;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0003-3804-5151;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-2385-264X;

<sup>1,2,3</sup>Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (arin.azamat[at]mail.ru)

**Аннотация**

В настоящее время возрос большой интерес к использованию фитосоединений или экстрактов растений в аквакультуре для создания альтернатив антибиотикам и химическим соединениям, способные повышать продуктивность и иммунный статус организма для борьбы с различными заболеваниями. Результаты исследований показали, что включение в рацион рыб фитопрепаратов на основе смеси эфирных масел и полифенольных соединений растительного происхождения позволило повысить темпы роста подопытного карпа на 8,8-11,7%. Анализ аминокислотного состава печени и мышечной ткани рыб выявил повышение уровня аминокислот (лейцин+изолейцин, лизин, фенилаланин, валин, треонин, аргинин, аланин, серин, тирозин) в опытных группах относительно контрольных значений, что свидетельствует об активизации белкового обмена и как следствие положительно отразилось на интенсивности роста рыбы.

**Ключевые слова:** кормление, фитобиотики, мышечная ткань, печень, карп, аминокислоты, аквакультура.

**BIOLOGICAL EFFECTS OF PHYTOBIOTICS ON CARP ORGANISM**

Research article

**Arinzhanov A.Y.<sup>1,\*</sup>, Miroshnikova E.P.<sup>2</sup>, Kilyakova Y.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-6534-7118;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0003-3804-5151;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-2385-264X;

<sup>1,2,3</sup>Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

\* Corresponding author (arin.azamat[at]mail.ru)

**Abstract**

Currently, there is a great interest in the use of phytochemicals or plant extracts in aquaculture to create alternatives to antibiotics and chemical compounds that can increase productivity and immune status of the organism to combat various diseases. The results of the study showed that the inclusion of phytodrugs based on a mixture of essential oils and polyphenolic compounds of plant origin in the fish diet increased the growth rate of experimental carp by 8.8-11.7%. Analysis of amino acid composition of liver and muscle tissue of fish showed an increase in the level of amino acids (leucine+isoleucine, lysine, phenylalanine, valine, threonine, arginine, alanine, serine, tyrosine) in experimental groups relative to control values, which indicates the activation of protein metabolism and as a consequence had a positive effect on the intensity of fish growth.

**Keywords:** feeding, phytobiotics, muscle tissue, liver, carp, amino acids, aquaculture.

**Введение**

Рыба является одним из основных источников широко потребляемого белка, и индустрия аквакультуры разрастается, чтобы удовлетворить спрос на рыбу. Интенсификация выращивания требует разработку эффективных методов управления метаболизмом гидробионтов за счет оптимизации кормления и поиска безопасных кормовых биодобавок. В результате в последние годы наблюдается большой интерес к использованию фитосоединений или экстрактов растений в аквакультуре для создания альтернатив антибиотикам и химическим соединениям, способные повышать продуктивность и иммунный статус организма гидробионтов для борьбы с различными заболеваниями [1].

Установлено, что фитобиотики обладают антиоксидантными, антибактериальными, противопаразитарными, инсектицидными свойствами, стимулируют активность пищеварительных ферментов и усиливают как клеточный, так и гуморальный иммунный ответ [2]. Высокая биологическая активность фитобиотиков связана с содержанием в их составе биологически активных соединений таких как эфирные масла, полисахариды, дубильные вещества, фенольные соединения, сапонины, алкалоиды, терпеноиды, гликозиды, пиперин и т.д., которые могут оказывать синергетическое действие, активировать неспецифический иммунный механизм гидробионтов, стимулируя рост благоприятных бактерий желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и непосредственно действуют на каскад иммунного ответа организма [3].

Таким образом, современные научные данные свидетельствуют о перспективности использования фитобиотиков или экстрактов растений в качестве эффективных кормовых добавок, а их активное применение в аквакультуре будет иметь большое значение для поддержания устойчивости ее развития.

Цель исследований: изучить биологическое действие фитобиотиков на основе смеси эфирных масел и полифенольных соединений растительного происхождения на организм карпа.

### Методы и принципы исследования

Исследования проведены на базе ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет на карпах ропшинской породы, которых распределили на 4 группы (n=30) согласно схеме эксперимента (рис. 1). Эксперимент осуществлялся в течение 56 суток. Использованы фитопрепараты на основе смеси эфирных масел производства ООО «БИОТРОФ» – «Интебио» и «Пробиоцид-Фито», а также на основе полифенольных соединений растительного происхождения «Бутитан» (ООО «СИВЕТРА-АГРО»). Внесение фитопрепаратов осуществлялось путем напыления тонкого слоя корма. Суточная норма кормления определялась еженедельно с учетом массы рыбы и температуры воды. Лабораторные исследования печени и мышечной ткани осуществлялось с использованием оборудования ЦКП ФНЦ БСТ РАН <https://xn---btbzumgw.xn--p1ai/> по стандартным методикам с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105» (ООО «Люмэкс-маркетинг», Россия), хроматографа газового «Кристалл 2000М» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия), спектрометра атомно-абсорбционного с пламенной атомизацией «КВАНТ-2» (ООО «КОРТЭК», Россия).

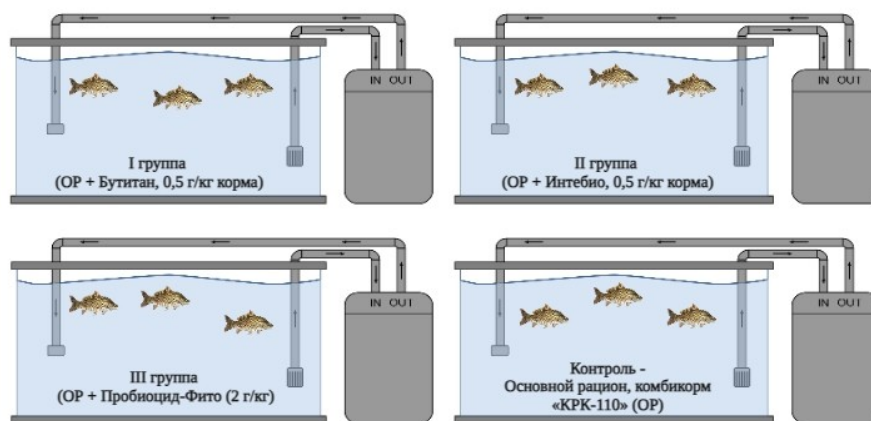


Рисунок 1 - Схема исследований

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.4.1>

### Основные результаты

Таблица 1 - Живая масса и показатели роста рыбы

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.4.2>

Группа	Масса в начале опыта, г	Масса в конце опыта, г	Среднесуточный прирост массы, г	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %
I	14,9 ± 1,3	53,3 ± 4,6*	0,69	38,4	257,7
II	15,0 ± 1,1	51,9 ± 4,8*	0,66	36,9	246,0
III	15,1 ± 1,2	52,4 ± 4,7*	0,67	37,3	247,0
Контроль	15,0 ± 1,2	47,7 ± 4,7	0,58	32,7	218,0

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$  в сравнении с контрольной группой

Дополнительное введение в рацион рыб фитобиотиков было сопряжено с повышением продуктивности роста подопытного карпа по сравнению с контролем. Так, в конце периода выращивания в группе с Интебио зафиксировано увеличение массы рыбы до 8,8% ( $P \leq 0,05$ ), в группе с Пробиоцид-Фито до 9,9 % ( $P \leq 0,05$ ), а в группе Бутитан до 11,7% ( $P \leq 0,05$ ), относительно контроля (табл. 1). Максимальный прирост массы рыбы был зафиксирован в I опытной группе, так среднесуточный прирост был выше на 0,11 г, абсолютный прирост на 5,7 г, а относительный прирост на 39,7%, относительно контрольных значений. Коэффициент упитанности рыб по Фульгону в опытных группах был выше контроля на 0,2.

Анализ аминокислотного состава печени рыб выявил достоверные различия уровня аминокислот опытных групп (лейцин+изолейцин, лизин, фенилаланин, валин, треонин, аргинин, аланин, серин, тирозин) относительно контрольных значений. В I группе установлено повышение лейцина + изолейцина на 1,12% ( $P \leq 0,001$ ), лизина на 0,78% ( $P \leq 0,01$ ), фенилаланина на 0,49% ( $P \leq 0,01$ ), валина на 0,46% ( $P \leq 0,01$ ), треонина на 0,22% ( $P \leq 0,05$ ), аргинина на 0,69%

( $P \leq 0,01$ ), аланина 0,3% ( $P \leq 0,05$ ), серина на 0,34% ( $P \leq 0,05$ ) и тирозина на 0,35% ( $P \leq 0,05$ ). Во II группе отмечено повышение лейцина + изолейцина на 0,92% ( $P \leq 0,01$ ), лизина на 0,52% ( $P \leq 0,01$ ), фенилаланина на 0,37% ( $P \leq 0,01$ ), валина на 0,42% ( $P \leq 0,01$ ), треонина на 0,23% ( $P \leq 0,05$ ), аргинина на 0,54%, аланина на 0,23% ( $P \leq 0,05$ ), серина на 0,27% ( $P \leq 0,05$ ) и тирозина на 0,25% ( $P \leq 0,05$ ). В III группе констатировали повышение лейцина + изолейцина на 0,8% ( $P \leq 0,01$ ), лизина на 0,47% ( $P \leq 0,01$ ), фенилаланина на 0,34% ( $P \leq 0,05$ ), валина на 0,35% ( $P \leq 0,05$ ), треонина на 0,23% ( $P \leq 0,05$ ), аргинина на 0,5% ( $P \leq 0,01$ ), аланина на 0,25% ( $P \leq 0,05$ ), серина на 0,19% ( $P \leq 0,05$ ) и тирозина на 0,22% ( $P \leq 0,05$ ), относительно контрольных значений соответственно.

Анализ аминокислотного состава мышечной ткани рыб показал достоверные отличия лишь в группах с Интебио (II группа) и Пробиоцид-Фито (III группа). Так, во II группе зафиксировано повышение лейцина + изолейцина на 0,76% ( $P \leq 0,01$ ), лизина на 0,69% ( $P \leq 0,01$ ), фенилаланина на 0,24% ( $P \leq 0,05$ ), гистидина на 0,34% ( $P \leq 0,01$ ), треонина на 0,25% ( $P \leq 0,05$ ), аргинина на 0,43% ( $P \leq 0,01$ ), глицина на 0,29% ( $P \leq 0,01$ ), аланина на 0,35% ( $P \leq 0,01$ ), серина на 0,22% ( $P \leq 0,05$ ). В III группе в мышечной ткани рыб отмечено увеличение лейцина + изолейцина на 0,37% ( $P \leq 0,01$ ), лизина на 0,3% ( $P \leq 0,01$ ), гистидина на 0,2% ( $P \leq 0,05$ ) и аргинина на 0,28% ( $P \leq 0,05$ ), относительно контрольных значений, соответственно.

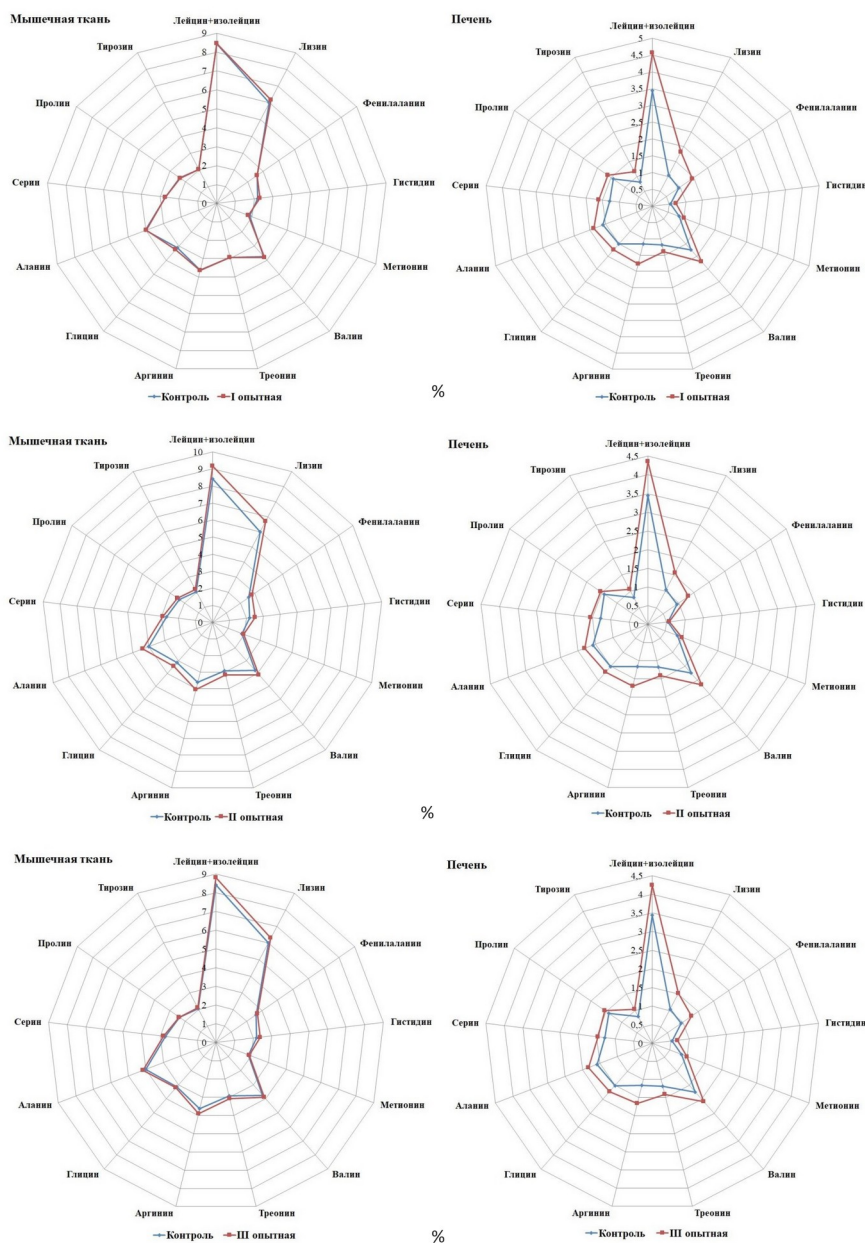


Рисунок 2 - Аминокислотный состав мышечной ткани и печени карпа

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.4.3>

## Обсуждение

Ростостимулирующий эффект тестируемых фитобиотиков согласуется с научными данными и обусловлен положительным действием эфирного масла и полифенольных соединений на пищеварительные

ферменты, способствуя росту бактерий в кишечнике, что приводит к усилению переваривания питательных веществ и увеличению массы тела рыб [4].

Известно, что по аминокислотному составу органов и тканей можно оценить уровень метаболических процессов в организме животных и рыб, так как аминокислоты служат субстратами для синтеза многих веществ, имеющих огромное физиологическое значение и играют важную роль в питании и обмене веществ рыб, и по сути являются индикаторами физиологического состояния и доступности питательных веществ и энергии [5], [6].

Кроме того, ряд аминокислот (аргинин, глицин, пролин, гистидин, метионин, лейцин, изолейцин) являются важными питательными веществами для антиоксидантной защиты организма [7], [8], [9].

В печени и мышечной ткани аминокислоты служат строительными блоками белка и регуляторами их синтеза [10], [11]. Повышение в печени и мышечной ткани рыб опытных групп уровня таких незаменимых аминокислот, как аргинин, валин, лизин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин свидетельствует об активизации белкового обмена и как следствие повышается интенсивность роста рыб. Так, например аргинин играет решающую роль в регуляции эндокринных и репродуктивных функций, гистидин служит энергетическим топливом для плавания рыб, глицин и серин участвуют в глюконеогенезе и расщеплении жиров, а также стимулируют потребление корма, фенилаланин и тирозин оказывают влияние на интенсивность роста и иммунный статус организма, тирозин повышает усвояемость белка и активность пищеварительных ферментов, пролин способствует потреблению корма [12].

### Заключение

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований можно заключить, что поступление в организм рыб фитобиотиков на основе смеси эфирных масел и полифенольных соединений растительного происхождения активизирует белковый обмен, в результате повышается метаболизм в тканях и органах, что подтверждают данные повышения в печени и мышечной ткани уровня таких незаменимых аминокислот, как аргинин, валин, лизин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, и как следствие констатируем повышение интенсивности роста рыбы.

### Финансирование

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 23-76-10054).

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

The work was supported by This work was supported by the Russian Science Foundation (№ 23-76-10054).

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

- Rodrigues M.V. Development of Fish Immunity and the Role of  $\beta$ -Glucan in Immune Responses / M.V. Rodrigues, F.S. Zanuzzo, J.F.A. Koch // *Molecules*. — 2020. — Vol. 25(22). — DOI: 10.3390/molecules25225378.
- Попова Г.М. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных / Г.М. Попова, Б.С. Нуржанов, Г.К. Дускаев // *Животноводство и кормопроизводство*. — 2023. — Т. 106. — № 2. — с. 152-175. — DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-152.
- Estaiano de Rezende R.A. Phytobiotics Blend as a Dietary Supplement for Nile Tilapia Health Improvement / R.A. Estaiano de Rezende, M.P. Soares, F.G. Sampaio // *Fish Shellfish Immunol.* — 2021. — Vol. 114. — p. 293-300. — DOI: 10.1016/j.fsi.2021.05.010.
- Abd-Elaziz R.A. Growth-Promoting and Immunostimulatory Effects of Phytobiotics as Dietary Supplements for Pangasianodon Hypophthalmus Fingerlings / R.A. Abd-Elaziz, M. Shukry, H.M.R. Abdel-Latif // *Fish Shellfish Immunol.* — 2023. — Vol. 133. — p. 108531. — DOI: 10.1016/j.fsi.2023.108531.
- Oliva-Teles A. Nutrition and Health of Aquaculture Fish / A. Oliva-Teles // *J Fish Dis.* — 2012. — Vol. 35(2). — p. 83-108. — DOI: 10.1111/j.1365-2761.2011.01333.x.
- Li P. New Developments in Fish Amino Acid Nutrition: towards Functional and Environmentally Oriented Aquafeeds / P. Li, K. Mai, J. Trushenski // *Amino Acids*. — 2009. — Vol. 37(1). — p. 43-53. — DOI: 10.1007/s00726-008-0171-1.
- Li P. Roles of Dietary Glycine, Proline, and Hydroxyproline in Collagen Synthesis and Animal Growth / P. Li, G. Wu // *Amino Acids*. — 2018. — Vol. 50(1). — p. 29-38. — DOI: 10.1007/s00726-017-2490-6.
- Li P. Composition of Amino Acids and Related Nitrogenous Nutrients in Feedstuffs for Animal Diets / P. Li, G. Wu // *Amino Acids*. — 2020. — Vol. 52(4). — p. 523-542. — DOI: 10.1007/s00726-020-02833-4.
- Li X. Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish / X. Li, S. Zheng, G. Wu // *Adv Exp Med Biol.* — 2021. — Vol. 1285. — p. 133-168. — DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1\_8.
- Hou Y. Amino Acid Metabolism in the Liver: Nutritional and Physiological Significance / Y. Hou, S. Hu, X. Li et al. // *Adv Exp Med Biol.* — 2020. — Vol. 1265. — p. 21-37. — DOI: 10.1007/978-3-030-45328-2\_2.
- Ryu B. Muscle Protein Hydrolysates and Amino Acid Composition in Fish / B. Ryu, K.H. Shin, S.K. Kim // *Mar Drugs*. — 2021. — Vol. 19(7). — p. 377. — DOI: 10.3390/md19070377.
- Andersen S.M. Functional Amino Acids in Fish Nutrition, Health and Welfare / S.M. Andersen, R. Waagbø, M. Espe // *Front Biosci (Elite Ed)*. — 2016. — Vol. 8(1). — p. 143-169. — DOI: 10.2741/757.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Rodrigues M.V. Development of Fish Immunity and the Role of  $\beta$ -Glucan in Immune Responses / M.V. Rodrigues, F.S. Zanuzzo, J.F.A. Koch // *Molecules*. — 2020. — Vol. 25(22). — DOI: 10.3390/molecules25225378.
2. Popova G.M. O vozmozhnostjakh ispol'zovanija fitobioticheskih dobavok v ratsionah sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [About the Possibilities of Using Phytobiotic Additives in the Diets of Farm Animals (review)] / G.M. Popova, B.S. Nurzhanov, G.K. Duskaev // *Animal Husbandry and Fodder Production*. — 2023. — Vol. 106. — № 2. — p. 152-175. — DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-152. [in Russian]
3. Estaiano de Rezende R.A. Phytobiotics Blend as a Dietary Supplement for Nile Tilapia Health Improvement / R.A. Estaiano de Rezende, M.P. Soares, F.G. Sampaio // *Fish Shellfish Immunol.* — 2021. — Vol. 114. — p. 293-300. — DOI: 10.1016/j.fsi.2021.05.010.
4. Abd-Elaziz R.A. Growth-Promoting and Immunostimulatory Effects of Phytobiotics as Dietary Supplements for Pangasianodon Hypophthalmus Fingerlings / R.A. Abd-Elaziz, M. Shukry, H.M.R. Abdel-Latif // *Fish Shellfish Immunol.* — 2023. — Vol. 133. — p. 108531. — DOI: 10.1016/j.fsi.2023.108531.
5. Oliva-Teles A. Nutrition and Health of Aquaculture Fish / A. Oliva-Teles // *J Fish Dis.* — 2012. — Vol. 35(2). — p. 83-108. — DOI: 10.1111/j.1365-2761.2011.01333.x.
6. Li P. New Developments in Fish Amino Acid Nutrition: towards Functional and Environmentally Oriented Aquafeeds / P. Li, K. Mai, J. Trushenski // *Amino Acids*. — 2009. — Vol. 37(1). — p. 43-53. — DOI: 10.1007/s00726-008-0171-1.
7. Li P. Roles of Dietary Glycine, Proline, and Hydroxyproline in Collagen Synthesis and Animal Growth / P. Li, G. Wu // *Amino Acids*. — 2018. — Vol. 50(1). — p. 29-38. — DOI: 10.1007/s00726-017-2490-6.
8. Li P. Composition of Amino Acids and Related Nitrogenous Nutrients in Feedstuffs for Animal Diets / P. Li, G. Wu // *Amino Acids*. — 2020. — Vol. 52(4). — p. 523-542. — DOI: 10.1007/s00726-020-02833-4.
9. Li X. Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish / X. Li, S. Zheng, G Wu // *Adv Exp Med Biol.* — 2021. — Vol. 1285. — p. 133-168. — DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1\_8.
10. Hou Y. Amino Acid Metabolism in the Liver: Nutritional and Physiological Significance / Y. Hou, S. Hu, X. Li et al. // *Adv Exp Med Biol.* — 2020. — Vol. 1265. — p. 21-37. — DOI: 10.1007/978-3-030-45328-2\_2.
11. Ryu B. Muscle Protein Hydrolysates and Amino Acid Composition in Fish / B. Ryu, K.H. Shin, S.K. Kim // *Mar Drugs*. — 2021. — Vol. 19(7). — p. 377. — DOI: 10.3390/md19070377.
12. Andersen S.M. Functional Amino Acids in Fish Nutrition, Health and Welfare / S.M. Andersen, R. Waagbø, M. Espe // *Front Biosci (Elite Ed)*. — 2016. — Vol. 8(1). — p. 143-169. — DOI: 10.2741/757.